

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tribometer

2.1.1 Pengertian Tribometer

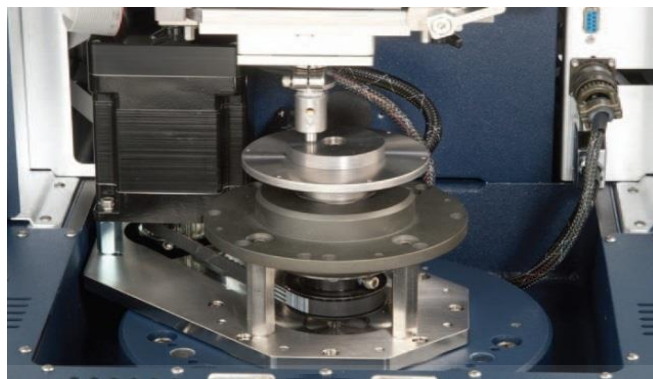
Tribometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengetahui keausan dan gesekan suatu material diantara dua permukaan yang berkontak. Tribometer memiliki bentuk desain yang berbeda-beda, tetapi yang umum digunakan adalah permukaan benda datar atau bulat yang bergerak berulang-ulang di seluruh muka permukaan material lain. Pada penelitian terakhir menunjukkan keausan pada bahan dan biasanya digunakan untuk mengetahui kekuatan dan panjang umur suatu benda yang berkontak. Tribometer adalah bagian dari pembuatan rekayasa dan manufaktur. Dalam dunia industri dan manufaktur, tribometer digunakan untuk berbagai produk terutama pada profil yang berkontak. Umumnya yang terkait dengan tribometer adalah pengujian pada bagian-bagian mesin yang berkontak. (Prabowo, 2012).

2.1.2 Jenis-Jenis Tribometer

Tribometer memiliki bentuk dan tipe yang berbeda-beda terutama pada desain. Tribometer dibagi menjadi 3 jenis tipe diantaranya adalah sebagai berikut:

2.1.2.1 Tribometer *Pin on Disc*

Tribometer *pin on disc* merupakan tribometer yang mekanisme kerjanya menggunakan pin dan komponen plat datar sebagai material yang berkontak. Komponen *disc* akan berputar dan pin diberikan beban agar pin menekan pada permukaan *disc*. Pada kebanyakan tribometer, pin diposisikan untuk tetap pada tempatnya tetapi pada tribometer yang lain juga ada yang menggerakkan pin ketika diberikan beban agar terjadi gesekan. Perancangan alat uji ini bertujuan untuk mengetahui gaya gesek antara pin dan disc. Dengan gaya gesek maka keausan dan gesekan akan dapat diketahui. Manfaat alat secara umum adalah untuk uji keausan atau bisa digunakan untuk uji performa suatu pelumas. Perawatan terhadap komponen pemesinan karena adanya keausan dapat lebih efisien sehingga performa sebuah mesin akan dapat berjalan dengan optimal. Hal ini akan mempengaruhi hasil pada nilai ekonomis, yaitu pengurangan biaya perawatan ataupun pertimbangan dalam penggunaan energi. Gambar 2.1 tribometer jenis *pin on disc*.



Gambar 2.1 Tribometer *pin on disc* (Prabowo, 2012).

2.1.2.2 Tribometer *Pin On Ring*

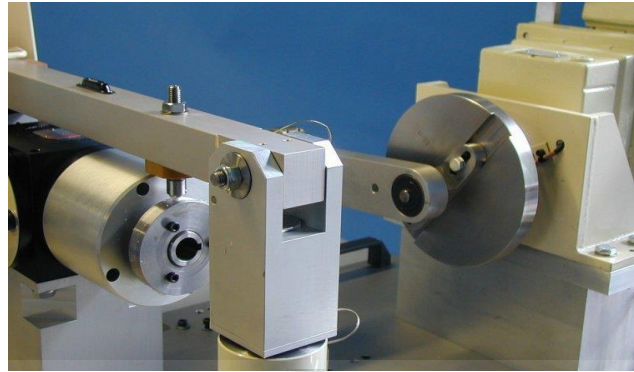
Tribometer *pin on ring* adalah tipe tribometer yang menggunakan komponen ring dan pin sebagai material yang bergesekan. Ring berputar sedangkan komponen pin diberikan beban agar menumpu ring. Pada tipe ini, komponen yang berkontak diberi pelumas untuk mengukur nilai dari karakteristik minyak pelumas yang akan diuji. Gambar 2.2 tribometer jenis *pin-on-ring*.



Gambar 2.2 Tribometer *pin on ring* (Prabowo, 2012).

2.1.2.3 Tribometer *Block on Ring*

Tribometer *block on ring* merupakan tribometer yang menggunakan komponen yang digunakan untuk spesimen adalah sebuah blok dan *ring*. Ring berputar sedangkan blok diberikan beban agar menekan *ring*. Pada tipe tribometer *block on ring*, pada bidang yang bergesekan dapat diberikan pelumas untuk mengukur nilai dari karakteristik minyak pelumas yang akan diuji. Kekurangan pada tribometer jenis ini terletak pada bagian pengaturan bagian yang akan berkontak relatif lebih susah karena permukaan kontakannya lebih besar. Gambar 2.3 tribometer jenis *block on ring*.



Gambar 2.3 Tribometer *block on ring* (Prabowo, 2012).

Dari ketiga jenis tribometer tersebut, peneliti memilih membuat rancangan tribometer jenis *pin on disc*. Karena jenis ini konstruksinya tidak rumit dibandingkan dengan jenis yang lain dan lebih memudahkan pada saat melakukan pengujian pelumasan karena posisi *disc* yang mendatar, dimana saat *disc* diberi pelumas, pelumas tersebut tidak tumpah. Rancangan ini menggunakan komponen-komponen seperti motor, lengan, beban yang menumpu disk, sumber energi, meja uji, kabel, pin dan disk.

2.2 Perancangan

Perancangan adalah suatu rangkaian proses dalam pembuatan produk. Tahapan perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan dalam proses perancangan (Dharmawan, 2000: 1). Sehingga sebelum sebuah produk dibuat terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar skets atau gambar sederhana dari produk yang akan dibuat. Gambar skets yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut. Gambar hasil perancangan adalah hasil akhir dari proses perancangan dan sebuah produk dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya dalam hal ini gambar kerja.

Perancangan dan pembuatan produk merupakan dua hal yang sangat penting pada proses perancangan. Terutama pada rancangan, rancangan dibuat tetapi tidak direalisasikan maka tidak ada gunanya, sebaliknya perancang tidak dapat merealisasikan hasil rancangan apabila tidak ada rancangannya. (Dharmawan, 2000:2). Mengenai gambar rancangan yang akan dikerjakan oleh pihak produksi berupa gambar dua dimensi yang dicetak pada kertas dengan aturan dan standar gambar kerja yang ada.

Dalam proses perancangan dan pembuatan produk akan menggunakan:

1. Pengetahuan dan Pengalamannya tentang tata cara perancangan.

2. semua ide-ide yang termasuk dalam perancangan dan pembuatan produk yang dibuat. Diperlukannya gambar teknik untuk dapat merealisasikan pembuatan produk sehingga informasi pembuatan dapat dipahami oleh perancang.

Kriteria-kriteria dalam pemecahan masalah secara umum dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu :

- a. Kriteria wajib yaitu ketentuan yang harus dipenuhi dalam rancang bangun ini adalah sebagai berikut :
 1. Pin mampu menggores disk dengan hasil yang terbaik
 2. Mesin harus aman dan mudah dalam pengoperasian
 3. Dengan alat yang bersifat portabel pengguna lebih mudah dalam memasang dan melepas pin maupun disk
 4. Mudah dalam pemberian maupun pembersihan pelumas pada disk waktu pengujian
- b. Kriteria tujuan yang diinginkan dalam pembuatan produk ini adalah sebagai berikut :
 1. Perbaikan dan Perawatan mudah
 2. Harga produk lebih ekonomis
 3. Komponen-komponen dapat dicari dipasaran
 4. Penampilan atau estetikan mesin menarik.

2.3 Pemilihan Bahan Material

Dalam suatu proses perancangan mesin diperlukan beberapa aspek mengenai hal-hal yang harus diperhatikan terutama pada pemilihan bahan material. Pemilihan bahan material untuk elemen atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut. Pemilihan bahan material yang tepat merupakan gabungan antara berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan material dapat memenuhi kriteria persyaratan yang telah ditentukan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

1. Fungsi Dari Komponen

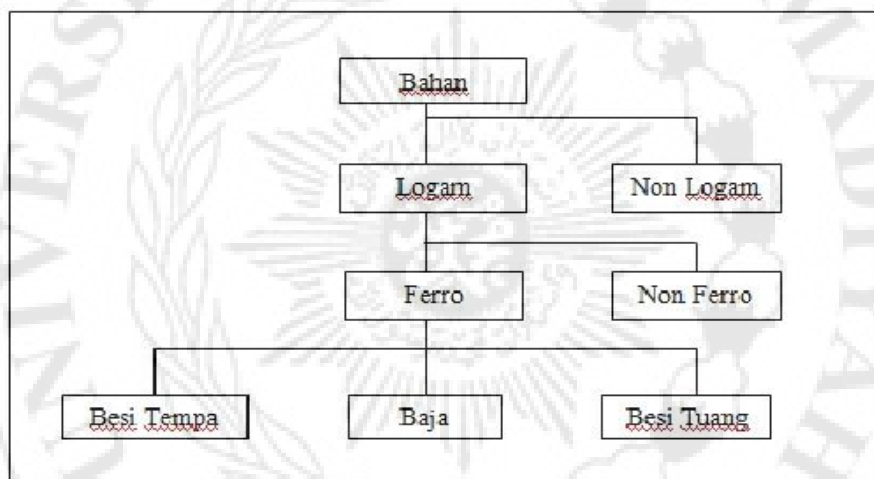
Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, dan sebagainya.

3. Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran, keuletan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya. Berikut gambar.2.4 klasifikasi bahan dan paduannya (Beumer,1985:9).



Gambar 2.4 Klasifikasi bahan dan paduannya (Beumer,1985:9).

Pemilihan bahan material benar-benar memerlukan teknik ketelitian yang lebih menurut Amstead (1995:15). Peninjauan tersebut antara lain :

1) Pertimbangan sifat, meliputi:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| a. elastisitas | h. Sifat mampu dukung |
| b. Kekerasan | i. Daya tahan terhadap panas |
| c. Kekuatan | j. Konduktifitas panas |
| d. Daya tahan terhadap korosi | k. Sifat kelistrikan |
| e. Keuletan | l. Berat jenis |
| f. Daya tahan fatik | m. Muai panas |
| g. Daya tahan mulur | n. Sifat kemagnetan |

2) Pertimbangan Fabrikasi, meliputi:

- a. Mampu mesin
- b. Mampu cetak
- c. Mampu tuang
- d. Mampu tempa
- e. Pelakuan panas
- f. Hasil sambungan las

Dalam perancangan ini ada beberapa karakteristik pemilihan bahan *pin* dan *disc* yang digunakan dalam pengujian, diantaranya : kekuatan, kekerasan, daya tahan terhadap korosi, daya tahan terhadap panas dan lain-lain.

4. Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahanbahan yang ada dan banyak dipasaran.

5. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

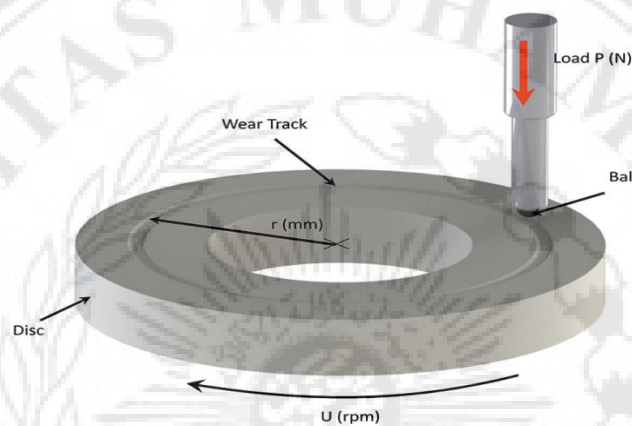
2.4 Pin dan Disk

Tribometer *pin on disc* terdiri dari komponen "*pin*" diberikan beban untuk menekan *disc* yang berotasi. Pin dapat terbuat dari apapun tetapi kekuatan bahan material pin harus lebih kuat dari bahan material *disc*. Koefisien dari gesekan ditentukan oleh rasio kekuatan gesekan untuk pemuatan gaya pada *pin*. *Pin on disc* tes telah terbukti dalam mengetahui tes keausan dan gesekan pada komponen yang berkontak.

Pengujian *pin on disc* adalah metode karakteristik koefisien gesekan, gaya gesekan, dan tingkat keausan antara dua bahan yang berkontak. Beberapa konfigurasi yang tersedia tergantung pada tujuan dan sasaran. Spesifikasi umum meliputi: ASTM G133, ASTM G99, dan ASTM F732. Pengujian *pin-on-disc* dapat mensimulasikan beberapa mode pakai, termasuk searah, *omnidirectional*, dua arah (*multi directional*), dan *quasi-rotasi*. Evaluasi

kerugian dan analisis cairan tes biasanya dilakukan post-test untuk mengkarakterisasi sifat pakai. Selain itu, profilometer kontak dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi perubahan bentuk permukaan karena artikulasi. Evaluasi metalurgi dari post-test pakai jaringan parut juga dapat dilakukan pengujian. Pengujian juga dapat memperkenalkan komponen-komponen ketiga bagian untuk evaluasi dipercepat (Bezzazi M, 2007).

Dalam pemilihan ukuran *pin* dan *disc* biasanya sesuai dengan kebutuhan pengujian peneliti. Biasanya dilihat dari bekas cekungan dari pin pada lintasan *disc* dan ukuran beban pada *pin*. *Pin* dan *disc* ini sangat berpengaruh pada hasil pengujian terutama pada hasil bekas lintasan gesekan antara pin dan disk. (Bezzazi M, 2007).



Gambar 2.5 Tribometer *Pin on Disc*

2.5 Motor Listrik

Motor listrik adalah komponen yang sangat penting dalam mesin yang digunakan sebagai sumber tenaga. Motor listrik ini berfungsi untuk menggerakkan poros sehingga *disc* dapat berputar. Untuk itu pada perancangan ini menggunakan motor *power window* dengan frekuensi 83,52 rpm sesuai dengan pengambilan 5 kali sampel menggunakan alat uji *Tachometer laser*. Bisa dilihat pada gambar 2.6 adalah motor *power window* yang digunakan.



Gambar 2.6 Motor *power window*

Dengan diketahuinya kecepatan dan torsi yang bekerja maka rumus daya motor didapat:: (Sumber: Sularso dan Kyokatsu Suga, 2004).

$$P = T \cdot \omega$$

Dimana :

$$T = F \cdot r$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

Dimana :

T = Torsi yang bekerja pada poros (kg-mm)

F = Gaya yang bekerja pada benda (N)

r = Lengan gaya atau jarak sumbu rotasi ke titik tangkap gaya (m)

Jika faktor koreksi adalah f_c , maka daya yang direncanakan adalah :

$$Pd = f_c \cdot P \text{ (kW)}$$

Dimana :

P = Daya (kW)

f_c = Faktor Koreksi

Tabel 2.1 Faktor-faktor Koreksi Daya Yang Akan Ditransmisikan

Daya yang ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

2.6 Poros

Tujuan dari merancang poros adalah untuk mengetahui dimensi diameter poros, berdasarkan hasil rancangan poros dengan mempertimbangkan kekuatan bahan yang ada. Poros umumnya meneruskan daya melalui roda gigi, sabuk, dan rantai akan mengalami lentur dan beban puntir sehingga terjadi tegangan geser pada permukaan poros (Sularso 2004: 17).

Hal-hal penting dalam perencanaan poros, antara lain :

a. Beban poros

Suatu transmisi poros dapat mengalami suatu lentur atau beban puntir, gabungan antara lentur dan puntir. Juga ada poros yang mendapat beban tarik dan tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin.

b. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntiran terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian atau getaran dan suara. Disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan diterima poros tersebut.

c. Putaran kritis

Putaran kritis merupakan putaran yang mengakibatkan harga getaran yang maksimal pada mesin. Dan apabila dinaikkan akan terjadi getaran yang luar biasa yang dapat mengakibatkan sesuatu hal yang terjadi pada mesin tersebut. Hal ini juga dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

d. Korosi

Bahan bahan yang digunakan harus mempertimbangkan beberapa kriteria yang cocok untuk digunakan dalam perancangan. Terutama pada bahan yang

memiliki korositas harus dipilih dan apabila digunakan dapat dilakukan perlindungan terhadap korosi. Seperti cat dan kromium.

Perancangan ini menggunakan poros jenis spindle. Poros ini pada umumnya berbentuk pendek dan biasanya digunakan pada mesin perkakas ringan. Dan salah satu yang harus dipenuhi dalam penggunaan poros ini adalah deformasinya harus kecil dan ukurannya harus teliti. Bisa dilihat pada gambar 2.7 poros spindel yang digunakan.



Gambar 2.7 Poros Spindel (m.indonesian.alibaba.com)

Perhitungan yang digunakan dalam merancang poros utama ialah menggunakan rumus poros tegangan geser akibat beban torsi dengan rumus : (Sumber: Sularso dan Kyokatsu Suga, 2004).

$$T = \frac{\pi}{16} \times F_s \times d^3$$

Dimana:

T = Torsi yang bekerja pada poros (kg-mm)

F_s = Tegangan geser akibat torsi (kg/mm²)

d = Diameter poros

2.7 Beban

Beban merupakan berat benda yang digunakan untuk menentukan besar muatan. Yang dimaksud beban pada penelitian ini adalah besar muatan yang bertumpu pada lengan penyangga alat uji tribologi, sedangkan titik tumpu merupakan letak bertumpunya pin pada disk pada waktu pengujian.

2.8 Perancangan Kerangka

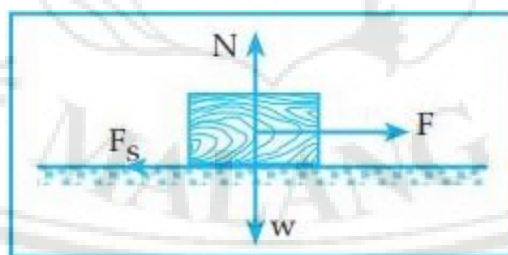
Kerangka adalah komponen yang memiliki pengaruh cukup besar. Hal ini karena letak dari seluruh komponen bergantung pada rancangan kerangka. Untuk memenuhi kebutuhan dari komponen-komponen yang lain maka dalam perancangan kerangka harus dirancang sebaik mungkin, dalam perancangan yang baik dititik beratkan pada dua hal : perancangan bentuk, dan pemilihan bahan yang digunakan.

Pada perancangan bentuk kerangka hal pertama yang ditinjau adalah dimensi rancanganyang mana harus sesuai regulasi serta bentuk yang proporsional untuk pembagian ruang semua komponen.

Pemilihan material yang benar untuk pembuatan kerangka tidak terlepas dari jenis material yang digunakan. Perancangan kerangka ringan dan kuat adalah target yang ini dicapai dan untuk mengetahui hal tersebut dipilih material yang ringan kemudian dilakukan pengujian menggunakan aplikasi inventor.

2.9 Gesekan

Gesekan merupakan hilangnya suatu energi akibat terjadinya dua buah benda yang berkontak atau pada umumnya dikatakan gaya yang melawan. Ketika antara dua benda saling bergesekan satu dengan yang lainnya, apabila diamati pergerakannya seperti dilawan oleh suatu gaya. Gesekan diuraikan dengan koefisien gesek (μ). Koefisien gesek adalah suatu fungsi area kontak dua permukaan kekuatan dan sifat bahan saling mempengaruhi. Mekanisme yang terjadi antar dua benda yang bergesekan dapat diilustrasikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.7 Mekanisme gesekan

Gesekan juga dapat dipengaruhi oleh beban dan kondisi permukaan. Koefisien gesekan yang terjadi akan mengalami peningkatan. Dengan seiring naiknya temperatur dan menurunnya beban. Hilangnya energi pada gesekan yang terjadi dapat mengakibatkan meningkatnya temperatur atau deformasi kekontak area gesekan. Pada hampir semua

penelitian yang dilakukan koefisien gesek rendah akan mendorong ke arah menurunnya laju keausan (Zaelani, 2006).

The Laws of Friction (Hukum Amonton):

1. Gaya gesek (tangential) secara langsung sebanding gaya normal.
2. Gaya gesek tidak mengikuti kontak area permukaan.
3. Gesekan kinetis tidak mengikuti kecepatan gesekan.

Gaya gesek dapat dipengaruhi oleh:

1. Adanya partikel keausan (*wear*) dan partikel dari luar pada arena luncur (*sliding interface*).
2. Kekerasan akibat gesekan pada daerah yang berkontak bersifat relatif
3. Perpindahan sistem dan gaya luar dan.
4. Suhu pelumasan dan kondisi lingkungan
5. Kondisi permukaan
7. Kondisi permukaan kontak akibat gaya kinetik

2.9.1 Gaya Gesek Statis

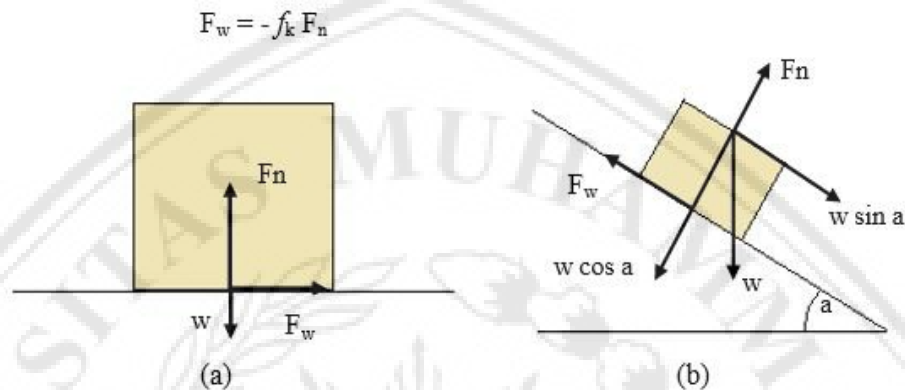
Gaya gesek statis merupakan gaya gesek yang terjadi diantara dua buah benda padat yang berkontak yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan f_s , gaya gesek dinotasikan dengan F_w (*friction of weight*) dan gaya normal dinotasikan dengan F_n (*friction of normal*). Gaya gesek statis diakibatkan dari gaya pada benda sebelum bergerak. Gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statis dikalikan gaya normal.

$$F_w = -f_s F_n$$

Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dilawan oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah.

2.9.2 Gaya Gesek Kinetis

Gaya gesek kinetis merupakan gaya gesek yang terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling berkontak atau bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan f_k dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk bahan yang sama. Gambar 2.7 skema gaya gesek kinetis yang bekerja pada bidang datar dan bidang miring. Gaya gesek kinetis dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.8 Gaya gesek: (a) Pada bidang datar, (b) Pada bidang miring (Alonso, 1944).

Pada perancangan tribometer *pin-on-disc*, gaya gesek yang dihasilkan dari gesekan *pin* terhadap *disc* terjadi karena dipengaruhi oleh gaya gesek kinetis, yang mana gaya gesek ini terjadi apabila kedua benda sedang bekerja.

2.10 Variabel Penelitian

Variabel adalah obyek penelitian, atau yang menjadi titik perhatian suatu penelitian. Variabel dalam penelitian ini yaitu variabel kuantitatif adalah variabel yang berhubungan dengan angka (Arikunto, 2010).

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi dan dapat di variasikan sesuai keinginan peneliti.

- Beban yang digunakan 0,5 kg tetapi dapat divariasikan menurut kebutuhan pengujian
- Material pin yang digunakan pahat *widia YG6 carbide*
- Material *disc* yang digunakan baja ST41

- Posisi pin diletakkan ditepi *disc* dengan jarak dari titik pusat *disc* ke posisi gesekan pin 20 mm

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang tidak mengalami perubahan dalam penelitian ini yang bersifat tetap (Arikunto, 2010). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah :

- Kecepatan motor antara *range* 83,52 rpm menurut rata-rata pengambilan 5 kali sampel menggunakan alat uji *Tachometerlaser*
- Bekas gesekan antara pin dan disk

c. Variabel Kontrol

Variabel yang membuat konstan hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat sehingga variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor yang tidak diteliti (Arikunto, 2010).

